

⑪ 公開特許公報(A)

昭64-5135

⑫ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和64年(1989)1月10日

H 04 L 1/00

F-8732-5K

H 04 B 14/04

D-8732-5K

H 04 L 27/00

E-8226-5K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑭ 発明の名称 デジタル伝送方式

⑮ 特 願 昭62-159612

⑯ 出 願 昭62(1987)6月29日

⑰ 発 明 者 野 田 勉 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑱ 発 明 者 尼 田 信 幸 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所家電研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑳ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

タル伝送方式。

1. 発明の名称

デジタル伝送方式

2. 特許請求の範囲

1. 伝送すべき信号を所定ビット数のデジタル符号に変換するアナログデジタル変換回路と、該デジタル符号の上位所定数のビットを比較的多値化の程度の少ない多値信号として取出すと共に、該デジタル符号の残りのビット数を比較的多値化の程度の大きい多値信号として取出す符号変換手段と、前記比較的多値化の程度の少ない多値信号及び比較的多値化の程度の大きい多値信号により直交した2軸の搬送波をそれぞれ振幅変調して合成する直交振幅変調手段と該直交振幅変調手段の出力を伝送路に向けて送出する手段とを備えたデジタル伝送方式。

2. 前記デジタル符号の上位所定数のビット及び残りの下位ビットにそれぞれ誤り検出訂正符号を付加してから前記符号変換手段に印加するようにした特許請求の範囲第1項記載のデジ

3. 前記伝送路からの信号を受信する手段、受信された直交振幅変調デジタル信号を2軸について復調する手段と、復調された比較的多値化の程度の少ない多値信号及び比較的多値化の程度の大きい多値信号をそれぞれ2値デジタル符号として取出す符号逆変換手段と、該2値デジタル符号をアナログ信号に変換するデジタルアナログ変換回路とを備えてなる特許請求の範囲第1項記載のデジタル伝送方式。

4. 前記2値デジタル符号中の、伝送中に生じた誤りを検出訂正するデジタル信号処理回路を前記デジタルアナログ変換回路の前に設けてなる特許請求の範囲第3項記載のデジタル伝送方式。

3. 発明の詳細な説明

本発明は、デジタル伝送方式に係り、特に、デジタル符号化した音声を高品質で伝送するのに好適な伝送方式に関する。

〔従来の技術〕

現在、オーディオ専用放送として、中波帯を用いたAM放送および超短波帯を用いたFM放送が実施されている。一方、コンパクト・ディスク・プレーヤの普及が進み、デジタル・オーディオ・テープレコーダが実用化されようとしている今日、このオーディオ専用放送の分野においてもデジタル化の要望が強まってきている。

このような時代において、音声をデジタル符号化して放送する方式については、昭和58年6月発行財団法人電機技術協会編の衛星放送受信技術調査会報告第1部「衛星放送受信機」などで報告されているが、衛星放送受信には直径1m程度のパラボラアンテナを必要とするので超短波帯を用いたFM放送のように手軽に受信できるデジタル・オーディオ放送が望まれる。

また、上記「衛星放送受信機」にも示されているように、デジタル音声において伝送信号C/N比の劣化など伝送中の誤りに対しては重畳して伝送された誤り検出訂正符号を用いて訂正し、訂正しきれないものについては前後の音声サンプル値

より少なくする必要があることに着目して、その解決を図ったものである。

従って、本発明の目的は、直交振幅変調デジタル伝送方式において、伝送C/N比が大きく伝送デジタル符号の誤り率が少ない場合には高品質な状態でもとの情報を再生し、伝送C/N比が低下して伝送デジタル符号の誤り率が全体として多くなった場合でも、再生情報に重要な影響を与えるデジタル符号部分の誤りの発生を強力抑えるようにして、伝送情報内容が理解できる程度の再生を可能とするものである。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的を達成するため、本発明の直交振幅変調デジタル伝送方式においては、直交した2軸の搬送波をそれぞれ変調する多値信号の多値化の程度を異ならしめ、多値化の程度の少ない軸の多値信号として所要ビット数にアナログデジタル変換された符号の上位ビットを割り当て、多値化の程度の多い軸の多値信号として上記符号の残りの下位ビットを割り当てるように構成する。

から平均値補間したり前の音声サンプル値を前値保持したりする。さらに伝送中の誤りが多くなると音声信号出力をシャ断することが知られている。
〔発明が解決しようとする問題点〕

上記従来技術は、伝送情報をデジタル符号化した後の上位ビットと下位ビットとの誤り率の配分について全く配慮がされていないため、伝送路のC/Nが小さくなり伝送デジタル符号の誤り率が多くなると異常音が発生したり再生音を遮断したりするので、伝送情報内容を理解できない問題があった。

本発明は、直交する2つの搬送波を2組のデジタル符号で振幅変調する直交振幅変調デジタル伝送方式において、上記の問題を解決するためになされたものである。すなわち、本発明者は、この問題について研究を進めた結果、伝送C/N比の低下による誤り率の発生は、多値化の程度の大きい程多くなると、並びに、比較的重要なビットすなわち上位のビットは、比較的重要なビットすなわち下位ビットに比べて誤り率の発生を

〔作用〕

伝送信号の伝送C/N比が小さくなると、多い多値化で伝送される下位ビットの誤り率が多くなるが、少ない多値化で伝送される上位ビットの誤り率は少ない。

上位ビットの誤り率が少ないため、アナログ信号で振幅を大きく誤ることが少なく、ひどい異常音が発生することが少ないため、再生音を遮断する必要もなく、伝送情報の内容を理解できる再生音を得られる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例として直交振幅変調(以下QAMと略す)の伝送ビット数を4ビットの16QAMのQ軸を2値化にした3ビット伝送を例にとり説明する。第1図に本発明の受信再生装置の一実施例であり、1はアンテナ、2は送局回路、3は第1の同期検波回路、4は第2の同期検波回路、5は搬送波再生回路、6は移相器、7、8はLPF(低域通過フィルタ)、9は第1の識別回路、10は第2の識別回路(4値-2値変換回

路)、12は第1の受信側デジタル信号処理回路、13は第2の受信側デジタル信号処理回路、14はデジタル・アナログ変換回路(以下DACと略す)、15は音声出力である。第2図は本発明の送信側の伝送信号発生装置の一実施例であり、21は音声入力、22はアナログ・デジタル変換回路(以下ADCと略す)、23は第1の送信側デジタル信号処理回路、24は第2の送信側デジタル信号処理回路、25は2値-4値変換回路、26、27はLPF、28は搬送波発生回路、29は移相器、30は第1の変調回路、31は第2の変調回路、32は加算回路、33は増幅器、34はアンテナである。第3図は本発明の伝送信号の符号配置例、第4図は本発明の伝送信号のビット配分例を示す。

都合により、まず、受信側から動作を説明する。

伝送された電波を第1図のアンテナ1で受け、選周回路2で放送局を選周する。選周された後の中間周波信号を搬送波再生回路5の出力と移相器6の出力により第1の同期検波回路3と第2の同

期検波回路4とで互いの直交関係で同期検波し、LPF7および8で不要信号を除去する。その出力として、Q軸は2値、I軸は4値のアイパターンを得ている。そのアイパターンからクロック再生回路11の出力と第1の識別回路9および第2の識別回路10により2値のデジタル符号を得る。その後、第1のデジタル信号処理回路12および第2のデジタル信号処理回路13で伝送中に生じた誤りの検出訂正やデインタリーブなどデジタル伝送を復調するデジタル信号処理を行い、DAC14でアナログ信号にして音声出力15を得る。

次に、第2図により、送信側の動作を説明する。第2図は、以上の受信再生装置で再生するための伝送信号を発生する装置のブロック図である。音声入力21からのアナログ信号をADC22で2値のデジタル符号化し、第1のデジタル信号処理回路23および第2のデジタル信号処理回路24により、伝送中に生じる誤りを検出訂正するための符号を追加し、また、バースト誤りをさけ

るためインタリーブなどをほどこす。その後、I軸では第2のデジタル処理回路24の2値出力は4値化するため、2値-4値変換回路25に印加され、LPF27を通過して不要帯域が除去され、搬送波発生回路28の出力を移相器29を介して90°移相した信号を用いて第2の変調回路31で変調される。一方、Q軸では第1のデジタル処理回路23の2値出力が直接LPF26に印加されて不要帯域が除去され、搬送波発生回路28の出力を用いて第1の変調回路30で変調される。なお、この実施例では、Q軸の多値化の程度を2値そのままとしたため、I軸のような2値-多値変換回路は省略されている。それらの変調回路30、31の出力を加算器32で加算し、増幅回路33で増幅してアンテナ34から電波として伝送する。

このようにI軸を4値、Q軸を2値で変調したQAM信号の符号配置を第3図に示す。第3図の横軸がQ軸であり0と1の2値、I軸は00、01、10、11の4値となり3ビットのデータを同時に同一タイムスロットで伝送できる。これを (Q, I, I_1, I_2) の順で第3図に示す。ここでQ軸の符号間距離とI軸の符号間距離には3倍の差があり、ビット誤り率が同一となる伝送信号C/N比はQ軸の方が10dB少なくても良い。逆に言えばあるC/N比で伝送された信号の場合Q軸の方が誤り率が少ないことになる。

今、第4図に示すように、伝送する音声信号を1サンプル当りNビット例えば12ビットで量子化したと仮定し、そのデータを上位ビット(MSB)から順に $D_1, D_2, D_3, \dots, D_{12}$ とし、上位Nビット例えば3ビット $D_1 \sim D_3$ について $E_1, D_1 \sim D_3$ について $E_2, D_1 \sim D_3$ について E_3 の誤り検出訂正符号とする。このときタイムスロット $T_1 \sim T_3$ の時間において、Qに $D_1 \sim D_3$ と E_1 を、 I_1, I_2 に $D_4 \sim D_{12}$ と E_2 と E_3 を配分することにより、伝送信号のC/N比が劣化した場合上位ビット側はQ軸に割り当てられているため誤り率は少なく、下位ビット側はI軸に割り当てられているため誤り率が多くなる。その結果、極端に伝送信号のC/N比が劣化して、下位ビットのほとんどが誤りとなったとしても、上位ビ

ットの誤り率が少なく、ある程度の音声信号を再生できる。

なお、 $E_1 \sim E_3$ の誤り検出訂正符号を1サンプルについてのパリティのように示したが、数サンプルの上位3ビットをまとめて数ビットの誤り検出訂正符号をつけても良い。

以上説明したように、本実施例によれば、伝送C/N比が大きく伝送デジタル符号の誤り率が高い場合には、12ビットの再生音が得られ、C/N比が小さくなり悪くなった場合でも上位3～4ビットは誤り少なく得られるので、音声として理解できる程度の再生音を得られる効果がある。

ここで、3ビットで伝送した場合の伝送必要帯域幅を計算する。量子化ビット数12ビット、サンプリング周波数32KHz、音声2チャネル(ステレオ)、誤り訂正符号重畳分を30%とすると、

$$12 \text{ bit} \times 32 \text{ K} / \text{S} \times 2 \text{ ch} \times 1.3 = 9984 \text{ Kbps}$$

9984 Kbps (Kビット/秒) となり同時3ビット伝送するので3328 Kbps となり3328 KHzの帯域幅で伝送可能となる。この帯域幅は現行FM放

送回路が必要である。

〔発明の効果〕

以上実施例により詳述したように、本発明の直交振幅変調デジタル伝送方式によれば、直交2軸の搬送波をそれぞれ変調する多値信号の多値化の程度を異ならしめ、多値化の程度の少ない軸の多値信号としてA/D変換された符号の上位ビットを配分し、多値化の程度の多い軸の多値信号としてA/D変換された符号の残りの下位ビットを配分したので、伝送C/N比が大きくて良質な伝送条件のときには高品質な再生ができ、伝送C/N比が低下した悪条件においても、下位ビットに比べて上位ビットの誤り率の増加を極力抑えることができ、その結果、伝送情報内容が理解できる程度の再生を可能とする等、優れた効果を奏するものである。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に用いる受信再生装置の一実施例のブロック図、第2図は本発明の送信側の伝送信号発生装置の一実施例のブロック図、第3図は本発明に用いる伝送信号の符号配置の一例を示す

送と同程度であり、超短波帯で伝送可能である。

一方、搬送波再生回路5は再生直交軸を得るために直交であり、データ(0,0,0),(0,1,1),(1,0,0)および(1,1,1)の4値の場合のみを基準としてI軸、Q軸への振幅が同一となるように負相変する方法が考えられる。この回路は、

16QAMの場合には、昭和59年5月に株式会社企画センター発行の「デジタルマイクロ波通信」のpp134～135に示した基準搬送波再生回路に説明されている。

以上、音声信号で説明したが、画像信号など上位ビットが重要情報を有するものについても同様な効果がある。

また、今までの説明では16QAMの4ビットを8状態の3ビットにして伝送したが、64QAMの6ビットのI軸を8値としQ軸を4値とした32状態の5ビットにした伝送など他のQAMでも同様な効果が得られる。なお、この場合には、送信側で、I軸に2値～8値変換回路、Q軸に2値～4値変換回路が必要になる。受信側でも同様な逆変

図、第4図は本発明に用いる伝送信号のビット配分の一例を示す図である。

3, 4…同期検波器

9, 10…多値符号識別回路(4値～2値変換回路)

11…クロック再生回路

12, 13, 23, 24…デジタル信号処理回路

14…デジタル・アナログ変換回路

21…音声入力端子

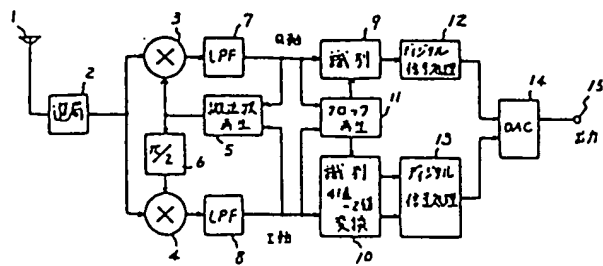
22…アナログ・デジタル変換回路

25…2値～4値変換回路

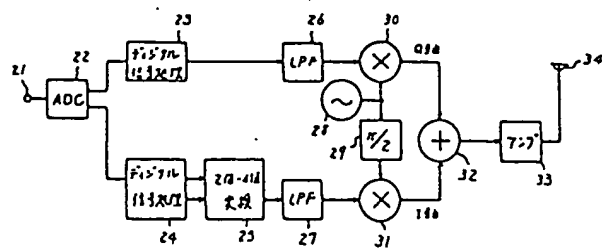
30, 31…直交変調回路

32…加算回路。

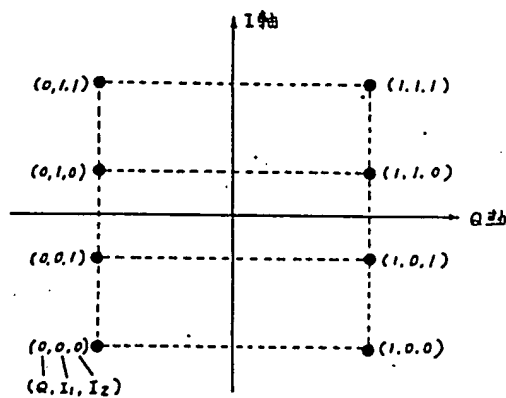
第 1 図



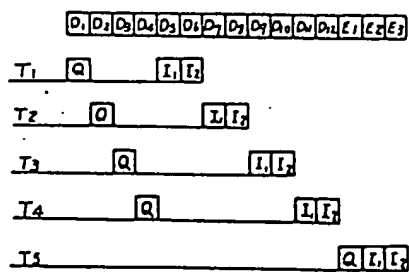
第 2 図



第 3 図



第 4 図



SPECIFICATION

1. Title of the Invention

Digital transmission system

2. What is claimed is:

1. A digital transmission system comprising an analog-to-digital converting circuit for converting the signal to be transmitted into a digital code of a desired number of bits, code converting means for taking out a specified number of upper bits of said digital code as a multilevel signal of a relatively small degree of multilevel, and taking out the remaining bits of said digital code as a multilevel signal of a relatively large degree of multilevel, quadrature amplitude modulating means for amplitude-modulating and synthesizing carriers of two axes orthogonal by the multilevel signal of relatively small degree of multilevel and the multilevel signal of relatively large degree of multilevel, and means for transmitting the output of said quadrature amplitude modulating means toward a transmission path.

2. A digital transmission system according to claim 1, wherein error detection correction codes are added to the specified number of upper bits of said digital code and the remaining lower bits, and then they are applied to said code converting means.

3. A digital transmission system according to claim 1,

further comprising means for receiving a signal from said transmission path, means for demodulating the received quadrature amplitude modulation digital signal about two axes, code inverse converting means for taking out the demodulated multilevel signal of relatively small degree of multilevel and multilevel signal of relatively large degree of multilevel as 2-level digital codes, and a digital/analog converting circuit for converting said 2-level digital codes into analog signals.

4. A digital transmission system according to claim 3, wherein a digital signal processing circuit for detecting and correcting the error aid 2-level digital codes occurring during transmission is provided before said digital/analog converting circuit.

3. Detailed Description of the Invention

The present invention relates to a digital transmission system, and more particularly to a transmission system suitable for transmitting digitized voice at high quality.

[Prior Art]

At the present, as exclusive audio broadcast, AM broadcast using medium wave band and FM broadcast using very high frequency band are available. On the other hand, as the compact disc players are distributed widely and digital audio tape recorders are put in practical use today, there is a strong demand for digital broadcast in the field of exclusive audio broadcast.

In this era, the sound broadcasting system by digital

coding has been reported, for example, in "Satellite Broadcast Receiver" in Part 1 of Satellite Broadcast Receiving Technology Investigation Group of Radio Engineering Society, published June 1983, but since reception of satellite broadcast requires a parabolic antenna of about 1 m in diameter, a handy digital audio broadcasting system such as FM broadcast using very high frequency band is requested.

As disclosed in "Satellite Broadcast Receiver", in digital audio, deterioration of transmission signal CN ratio and other transmission error are corrected by using error detection correction code transmitted in superposition, and errors not corrected yet are treated by average interpolation from the preceding and succeeding audio sample values, or the preceding audio sample is held as the previous value. Further, if there are more errors during transmission, it is known to cut off the audio signal output.

[Problems that the Invention Is to Solve]

In the prior art, since no consideration is given to distribution of transmission information into upper bits and lower bits after digital coding, if the CN of the transmission path becomes small and the error rate of the transmission digital code increases, unusual sound is generated or reproduction sound is cut off, and the content of transmission information could not be understood.

The invention is devised to solve the above problems in the quadrature amplitude modulation digital transmission system for amplitude-modulating two orthogonal carriers by two

sets of digital codes. That is, the present inventors promoted studies about these problems, and discovered that occurrence of error rate due to lowering of transmission CN ratio is higher as the degree of multilevel is larger, and that the relatively important bits, that is, upper bits must be lowered in occurrence of error rate as compared with relatively less important bits, that is, lower bits, and attempted to solve the problems.

It is hence an object of the invention, in the quadrature amplitude modulation digital transmission system, to reproduce the information in high quality state if the transmission CN ratio is large and the error rate of transmission digital code is low, and to minimize occurrence of error in the digital code portion having a serious effect on reproduction information if the transmission CN ratio is lowered and the error rate of transmission digital code is entirely increased, thereby reproducing at such an extent as to understand the content of the transmission information.

[Means for Solving the Problems]

To achieve the object, in the quadrature amplitude modulation digital transmission system of the invention, carriers of two orthogonal axes are different in the degree of multilevel of multilevel signal to be modulated, and higher bits of the code converted from analog to digital are assigned to the specified number of bits as the multilevel signal of the axis of smaller degree of multilevel, while the remaining lower bits are assigned as the multilevel signal of the axis of larger

degree of multilevel.

[Operation of the Invention]

When the transmission CN ratio of transmission signal becomes smaller, the error rate of the lower bits transmitted at larger degree of multilevel is higher, but the error rate is lower in the upper bits transmitted at smaller degree of multilevel.

Since the error rate of upper bits is lower, large error of amplitude is rare in analog signal, and extremely unusual sound is hardly generated, and it is not required to cut off reproduction sound, and reproduction sound of such a quality as to understand the content of transmission information can be obtained.

[Embodiment]

As an embodiment of the invention, an example of three-bit transmission is explained below, in which the number of transmission bits of the quadrature amplitude modulation (hereinafter called QAM) is 4 bits, and the Q-axis of 16QAM is 2-level. Fig. 1 shows an example of a receiving and reproducing apparatus of the invention, in which reference numeral 1 is an antenna, 2 is a channel selection circuit, 3 is a first synchronous detection circuit, 4 is a second synchronous detection circuit, 5 is a carrier regenerating circuit, 6 is a phase shifter, 7, 8 are LPFs (low pass filters), 9 is a first discriminating circuit, 10 is a second discriminating circuit (4-level-2-level converting circuit), 12 is a first receiving side digital signal processing circuit, 13 is a second receiving

side digital signal processing circuit, 14 is a digital/analog converting circuit (hereinafter called DAC), and 15 is an audio output. Fig. 2 shows an example of a transmitting side transmission signal generating apparatus of the invention, in which reference numeral 21 is an audio input, 22 is an analog-to-digital converting circuit (hereinafter called ADC), 23 is a first transmitting side digital signal processing circuit, 24 is a second transmitting side digital signal processing circuit, 25 is a 2-level-4-level converting circuit, 26, 27 are LPFs, 28 is a carrier generating circuit, 29 is a phase shifter, 30 is a first modulating circuit, 31 is a second modulating circuit, 32 is an adder, 33 is an amplifier, and 34 is an antenna. Fig. 3 shows a code layout example of transmission signal of the invention, and Fig. 4 is a bit distribution example of transmission signal of the invention.

The operation is explained first from the receiving side.

The transmitted wave is received in the antenna 1 in Fig. 1, and the broadcasting station is selected in the channel selection circuit 2. The intermediate frequency signal after channel selection is synchronously detected in the quadrature relation by the first synchronous detecting circuit 3 and second synchronous detecting circuit 4, by the output of the carrier regenerating circuit 5 and output of the phase shifter 6, and undesired signals are removed by the LPF 7 and 8. As the output, the Q-axis has an eye pattern of 2-level value, and the I-axis has one of 4-level value. From the eye patterns, 2-level digital codes are obtained by the output of the clock

regenerating circuit 11 and the first discriminating circuit 9 and second discriminating circuit 10. Then, in the first digital signal processing circuit 12 and second digital signal processing circuit 13, detection and correction of error occurring during transmission, de-interleaving, and digital signal processing for demodulating digital transmission are executed, and the code is converted into an analog signal in the DAC 14, and an audio output 15 is obtained.

Referring next to Fig. 2, the transmitting side operation is explained. Fig. 2 is a block diagram of an apparatus for generating a transmission signal for reproducing in this receiving and reproducing apparatus. The analog signal from the audio input 21 is converted into a 2-level digital code in the ADC 22, codes for detecting and correcting errors occurring during transmission are added by the first digital signal processing circuit 23 and second digital signal processing circuit 24, and interleaving or other process is done to avoid burst error. Then, on the I-axis, the 2-level output of the second digital processing circuit 24 is applied into the 2-level-4-level converting circuit 25 to be converted into a 4-level value, the undesired band is removed through the LPF 27, and the output of the carrier generating circuit 28 is modulated in the second modulating circuit 31 by using the signal shifted in phase by 90° through the shaft shifter 29. On the other hand, on the Q-axis, the 2-level output of the first digital processing circuit 23 is applied to the LPF 26 to remove undesired band, and is modulated in the first modulating circuit

30 by using the output of the carrier generating circuit 28. In this embodiment, the degree of multilevel of Q-axis remains at 2-level, the 2-level-multilevel converting circuit as on the I-axis is omitted. The outputs of the converting circuits 30, 31 are added in the adder 32, and amplified in the amplifier 33, and transmitted as radio wave from the antenna 34.

Fig. 3 shows the code layout of QAM signal by modulating the I-axis by 4-level and Q-axis by 2-level. The axis of abscissas in Fig. 3 is the Q-axis, expressed by 2-level of 0 and 1, and the I-axis is 4-level of 00, 01, 10, 11, so that three-bit data can be simultaneously transmitted in a same time slot. This is shown in Fig. 3 in the sequence of (Q, I₁, I₂). There is a difference of three times between the inter-code distance on the Q-axis and the inter-code distance on the I-axis, and the transmission signal CN ratio at which the bit error rate is the same may be smaller by 10 dB on the Q-axis. In other words, in the case of a signal transmitted at a certain CN ratio, the error rate is smaller on the Q-axis.

Further, as shown in Fig. 4, assuming the audio signal to be transmitted is quantized at N bits per 1 sample, for example, 12 bits, the data is supposed to be D₁, D₂, D₃, ..., D₁₂ sequentially from the highest bit (MSB), and in the higher M bits, the error detection and correction code is, for example, E₁ for three bits D₁ to D₃, E₂ for D₄ to D₆, and E₃ for D₇ to D₉. In this case, in the time of time slots T₁ to T₅, by distributing D₁ to D₄ and E₁ to Q, and D₅ to D₁₂, E₂ and E₃ to I₁ and I₂, in the case of deterioration of CN ratio of transmission signal,

since the higher bit side is assigned to the Q-axis, the error rate is low, while the lower bit side is assigned to the I-axis, and the error rate is high. As a result, if the CN ratio of transmission signal is extremely poor and the lower bits are nearly completely errors, the error rate of the upper bits is small, and the audio signal be reproduced to a certain extent.

The error detection and correction codes E_1 to E_3 are indicated as parity for 1 sample, but an error detection and correction code of several bits may be assigned by collecting upper three bits of several samples.

As described herein, according to the embodiment, if the transmission CN ratio is large and the error rate of transmission digital code is large, reproduction sound of 12 bits is obtained, and if the CN ratio is small and poor, the error is small in the upper three or four bits, so that the reproduction sound is obtained to such an extent as to be understood as voice.

In the case of three-bit transmission, the required transmission band width is calculated. Supposing the number of quantized bits to be 12 bits, the sampling frequency to be 32 kHz, the sound channels to be two (stereo), and the error correction code superposition to be 30%,

$$12 \text{ bits} \times 32\text{K} / \text{S} \times 2\text{ch} \times 1.3 = 998.4 \text{ kbps}$$

and 998.4 kbps (kbits/sec) is obtained, and by simultaneous three-bit transmission, it is 332.8 kbps, which can be transmitted in a band width of 332.8 kHz. This band width is similar to that of the existing FM broadcast, and it can be

transmitted in the very high frequency band.

On the other hand, the carrier regenerating circuit 5 is important for obtaining the regenerative orthogonal axes, and on the basis of only the 4-level case of data (0, 0, 0), (0, 1, 1), (1, 0, 0), and (1, 1, 1), a method of negative feedback so that the amplitude may be equal on the I-axis and Q-axis may be considered. This circuit is, in the case of 16QAM, explained in the reference carrier regenerating circuit shown in pp. 134-135 of "Digital Microwave Communications", published by Project Center, May, 1984.

The audio signal is explained so far, but same effects are obtained in video signal and other data in which upper bits present important information.

Herein, four bits of 16QAM are transmitted in three bits in eight states, but same effects are obtained in other QAM such as transmission of six bits of 64QAM in five bits in 32 states by 8-level on the I-axis and 4-level on the Q-axis. In this case, the transmitting side requires 2-level-8-level converting circuit on the I-axis and 2-level-4-level converting circuit on the Q-axis. Similar reverse converting circuits are also required at the receiving side.

[Effects of the Invention]

As the embodiment is described herein, according to the quadrature amplitude modulation digital transmission system of the invention, carriers of two orthogonal axes are different in the degree of multilevel of multilevel signal to be modulated, and higher bits of the code converted from analog to digital

are assigned as the multilevel signal of the axis of smaller degree of multilevel, while the remaining lower bits of the code converted from analog to digital are assigned as the multilevel signal of the axis of larger degree of multilevel, and therefore reproduction at high quality is possible when the transmission CN ratio is large and the transmission condition is favorable, and in the poor condition of lower transmission CN ratio, increase of error rate is suppressed in the upper bits as compared with lower bits, so that it is possible to reproduce to such an extent as the content of the transmission information can be understood, and many other excellent effects are brought about.

4. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a block diagram of an embodiment of receiving and reproducing apparatus according to the invention, Fig. 2 is a block diagram of an embodiment of transmitting side transmission signal generating apparatus of the invention, Fig. 3 is a diagram showing an example of code layout of transmission signal used in the invention, and Fig. 4 is a diagram showing an example of bit layout of transmission signal used in the invention.

3, 4 Synchronous detector

9, 10 Multilevel code discriminating circuit (4-level-2-level converting circuit)

11 Clock regenerating circuit

12, 13, 23, 24 Digital signal processing circuit
14 Digital-to-analog converting circuit
21 Audio input terminal
22 Analog-to-digital converting circuit
25 2-level-4-level converting circuit
30, 31 Quadrature modulation circuit
32 Adder

Attorney: Katsuo Ogawa, patent attorney

Fig. 1

2 Channel selector
5 Carrier regenerator
9 Discriminating
10 Discriminating 4-level-2-level conversion
11 Clock regenerator
12 Digital signal processor
13 Digital signal processor
15 Output
Q-axis
I-axis

Fig. 2

23 Digital signal processor
24 Digital signal processor
25 2-level-4-level converter
33 Amplifier

Fig. 3

Q-axis

I-axis